

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift DE 196 09 235 A 1

51 Int. Cl.⁸:
H 04 Q 7/38
H 04 L 12/403
H 04 B 7/15
H 04 B 7/26

21 Aktenzeichen: 196 09 235.3
22 Anmeldetag: 9. 3. 96
43 Offenlegungstag: 18. 9. 97

DE 196 09 235 A 1

71 Anmelder:
Deutsche Telekom AG, 53113 Bonn, DE

72 Erfinder:
Dintelmann, Friedrich, Dr., 64354 Reinheim, DE;
Ortgies, Gerd, Dr., 64293 Darmstadt, DE; Rücker,
Friedrich, 67575 Eich, DE; Hugo, Dirk von, Dr., 64289
Darmstadt, DE

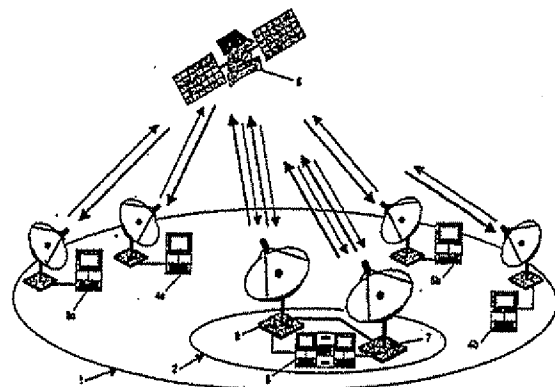
66 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	32 10 298 C2
US	51 28 942
US	49 41 199
EP	04 11 538 A2
JP	6- 53 878 A

MOCKER, Gerhard: VSAT-Pilotsystem für
satellitengestützte Datenübertragung. In: ntz, Bd.43,
1990, H.2, S.68-72;
POSECKER, Jürgen: Der Telekom-VSAT-Service -
Eine Bilanz ein Jahr danach. In: ntz, Bd.44, 1991, H.4,
S.246,248-250,252-255;

64 Verfahren und Anordnung zur verbesserten Funkkommunikation in einem Satellitengestützten VSAT-Netz

67 Es werden ein Verfahren und eine Anordnung zur verbesserten digitalen Funkkommunikation in einem satellitengestützten VSAT-Netz (1) aus mehreren VSAT-Teilnehmerstationen (3, 4) und mindestens einer Zentralstation oder Hub (2) beschrieben. Sowohl das Verfahren als auch die Anordnung beziehen sich auf VSAT-Systeme, die Sprach-, Bild- und Datenkommunikation innerhalb vermaschter Netze aus mindestens einer Zentralstation oder Hub (2) und VSAT-Stationen (3, 4) über einen Satelliten (5) durchführen. Die Hub (2) sendet ihre Informationen über mindestens eine ihrer Bodenstationen (6, 7) an die VSAT-Stationen (3, 4) und empfängt auf anderen Frequenzen die von den VSAT-Stationen gesendeten Nachrichten. Sendefrequenzen und zuverlässige Gesamtdatenraten werden von der Hub (2) in Abhängigkeit von den auf den einzelnen Satellitenstrecken herrschenden Ausbreitungsbedingungen festgelegt. Der Teilnehmerverkehr wird in einen zeitkritischen Verkehr (ZKV) und einen zeitunkritischen Verkehr (ZUV) klassifiziert. Eine Hub (2) besteht aus zwei oder mehreren terrestrisch fest miteinander verbundenen Boden- oder Diversity-Stationen (6, 7), wobei der Verkehr jeweils über die Boden- oder Diversity-Station (6, 7) geleitet wird, die die geringste Beeinträchtigung durch Ausbreitungseffekte und/oder Ausfälle von Systemkomponenten aufweist. Die Zentralstation oder Hub (2) teilt den einzelnen Teilnehmern auf Anforderung eine sichere Frequenz zu, bei der eine höhere Übertragungsqualität aufgrund ...



DE 196 09 235 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur verbesserten digitalen Funkkommunikation in einem satellitengestützten VSAT-Netz aus mehreren VSAT-Teilnehmerstationen und mindestens einer Zentralstation nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 10.

Digitale Daten-, Sprach- und Bildkommunikation innerhalb geschlossener Benutzergruppen mit zentraler Struktur (Firmen mit Außenstellen, Handelsketten mit vielen Filialen, Großrechenanlage mit abgesetzten Benutzern) kann vorteilhaft durch Funkverbindung über Satelliten betrieben werden. Vermittlungs- und Organisationsfunktionen in diesem Netz werden dabei von einer zentralen Station (Hub) ausgeführt. Antennengröße und Sendeleistung der Hub liegen deutlich oberhalb der Dimensionen der Stationen der übrigen Netzteilnehmer. Da deren Parabolantennen in der Regel einen sehr kleinen Durchmesser aufweisen (Very Small Aperture Terminal, VSAT), wird ein solches Satellitennetz im allgemeinen als "VSAT-Netz" bezeichnet. Eine Beschreibung typischer VSAT-Netze ist im Supplement 3 zum "Handbook on Satellite Communications: VSAT Systems and Earth Stations", ITU-R, Genf 1994, gegeben.

Der Datenstrom von der Hub zu den VSATs (outroute) wird von allen Teilnehmern im Netz empfangen, die von den einzelnen VSATs gesendeten Signale (inroute) sind im allgemeinen niederratiger und können aufgrund der begrenzten Größe der VSAT-Stationen nur von der Hub korrekt empfangen werden. Verkehr zwischen VSAT-Stationen wird daher in der Regel über die Hub-Station geführt ("double hop"), wodurch wegen der großen Entfernung zum Satelliten die Signallaufzeit eine Verzögerung der Übertragung von bis zu einer halben Sekunde verursacht.

Der besondere Vorteil solcher VSAT-Netze liegt darin, daß Mitteilungen an mehrere Teilnehmer nur einmal gesendet werden müssen und von allen Adressaten gleichzeitig empfangen werden können. Durch Installation der Kommunikationseinrichtung in unmittelbarer Nähe des Benutzers entfällt der für terrestrische Verbindungen besonders im internationalen Verkehr nicht unbeträchtliche Umweg über mehrere Vermittlungseinrichtungen.

Aufgrund der bei Funkfrequenzen oberhalb von 10 GHz typischen Signaldämpfung durch atmosphärische Effekte muß beim Betrieb solcher Anlagen eine gewisse Leistungsreserve vorgehalten werden, damit die Verbindung nicht im Dämpfungsfall sofort zusammenbricht. Um eine Verfügbarkeit von 99,5% im mittleren Jahr zu garantieren, muß diese Reserve bei den derzeit üblichen Sendefrequenzen im sogenannten Ku-Band von 12–14 GHz etwa 2–3 dB betragen. Diese Reserve wird durch die Dimensionierung des Satellitennetzes fest eingebaut und kann in der überwiegenden Zeit des Jahres, in der die atmosphärische Streckendämpfung sehr viel kleiner ist als die vorgesehene Reserve, bei gegenwärtig bestehenden Systemen deshalb nicht für zusätzliche Übertragungszwecke genutzt werden.

Die unflexible Zuweisung einer festen Dämpfungsreserve an eine Satellitenverbindung innerhalb eines satellitengestützten Netzes erlaubt die Zusage einer bestimmten Sicherheit (Verfügbarkeit) auf Kosten der Wirtschaftlichkeit des Systems.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren und eine Anordnung zur verbesserten digitalen Funkkommunikation in einem satellitenge-

stützten VSAT-Netz zwischen Teilnehmern einer geschlossenen Gruppe zu schaffen, wobei die vorhandene Reserve auch im Fall von Streckendämpfungen unterhalb des Wertes der Reserve zusätzlich genutzt werden soll, um ökonomisch effizienter zu arbeiten und wobei außerdem eine effektivere Nutzung der für den Betrieb der Zentralstation benötigten Anlagen erreicht werden soll.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe für das Verfahren ist im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 charakterisiert und für die Anordnung im Kennzeichen des Patentanspruchs 10.

Weitere Merkmale und/oder Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Merkmalen der Patentansprüche 2 bis 9 und 11 bis 13 offenbart.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die vorhandenen Reserven auch im Falle von Streckendämpfungen unterhalb des Wertes der Reserve zusätzlich genutzt werden können, wodurch ökonomisch effizienter gearbeitet werden kann. Zu diesem Zweck verwendet das hier vorgeschlagene verbesserte VSAT-System verschiedene Übertragungsverfahren, die in Abhängigkeit von den momentanen Ausbreitungsbedingungen eine möglichst vollständige Ausnutzung der verfügbaren Satellitenkapazität ermöglichen. Dazu dienen spezielle Maßnahmen zur Kompensation der atmosphärischen Störung (Fade Counter Measures, FCM), die zum Teil bereits prinzipiell bekannt, aber in dieser Kombination bislang noch nicht zur Anwendung in Satellitennetzen vorgeschlagen worden sind. Voraussetzung für einen wirksamen Einsatz eines Teiles dieser Maßnahmen ist eine räumliche Entkopplung der einzelnen VSAT-Stationen im Netz, so daß eine gleichzeitige starke Regendämpfung an verschiedenen Orten aufgrund der begrenzten Ausdehnung von Starkregenereignissen (Gewitterzellen) unwahrscheinlich ist.

Das Konzept des neuartigen, hier vorgeschlagenen VSAT-Systems (Verfahren und Anordnung) sieht außerdem eine effektivere Nutzung der für den Betrieb der Zentralstation benötigten Anlagen vor, indem eine Hubstation von mehreren Benutzergruppen gemeinsam benutzt wird, zum Beispiel über Zugriff auf verschiedene voneinander getrennte unabhängige Signale von der Hubstation. Weiterhin ermöglicht der Ersatz einer bekannten aufwendigen Bodenstation mit großer Antenne an der Hubstation durch zwei oder mehrere einfachere Bodenstationen mit kleineren Antennen eine größere Sicherheit und Verfügbarkeit der Netze.

Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Anordnung wird es möglich, entweder den bisher üblichen Qualitätsstandard bei VSAT-Netzen auch unter Verwendung preiswerterer Geräte mit geringerer Reserve zu erzielen oder mehr Teilnehmer bei unverändertem Satelliten- und Geräteeinsatz zu versorgen oder den Qualitätsstandard bei gleicher Teilnehmerzahl und Geräteeigenschaften zu erhöhen. Zusätzlich ist es möglich, die üblicherweise hohen technischen Anforderungen an eine einzelne Zentralstation des VSAT-Netzes bei Verwendung von zwei oder mehreren räumlich deutlich getrennten und über eine terrestrische Leitung miteinander verbundenen Bodenstationen deutlich zu reduzieren.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

In der Zeichnung bedeuten:

Fig. 1 eine typische Struktur des erfindungsgemäßen VSAT-Systems;

Fig. 2 Verkehrsströme in einem-typischen VSAT-Netz;

Fig. 3 Typisches Übertragungsverhalten eines Satellitentransponders aufgrund seiner Kennlinie bei Betrieb vieler VSAT-Netze;

Fig. 4 Anordnung der Signalfrequenzen bei einer beispielhaften Transponderkonfiguration;

Fig. 5 ein Beispiel für adaptive Datenübertragung im Fall von atmosphärischer Dämpfung auf der Satellitenstrecke;

Fig. 6 ein Beispiel für adaptive Übertragungswiederholung (XOR-ARQ) bei Punkt-zu-Multipunkt-Verbindungen und

Fig. 7 Beispiel eines Flußdiagramm eines Programmes zur Steuerung adaptiver Maßnahmen von der Hub-Station aus.

In den Figuren und der Beschreibung werden folgende Bezeichnungen und zugehörige Bezugszeichen verwendet:

Bezugszeichenliste

- 1 VSAT-Netz
- 2 Zentralstation oder Hub
- 3, 4 VSAT-Station
- 5 Satellit
- 6, 7 Boden- oder Diversity-Station
- 8 Steuereinheit oder Hubstationsrechner
- 9 Systeminformation von der Hub-Station
- 10 Daten und audiovisuelle Informationen von der Hub-Station
- 11 Von der Hub weitergeleitete Informationen von anderen VSATs
- 12 Informationen von VSAT zur Hub
- 13 Informationen von VSAT an andere VSAT(s) über Hub
- 14 Telefonie zwischen VSATs
- 15 Inroute-Kanäle
- 16 Outroute-Kanäle
- 17 Sprachübertragung
- 18 Bildübertragung
- 19 Datenübertragung
- 20 Zusammenfassung der Datenströme
- 21 Streckendämpfung

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Übertragungssystem besteht aus einem VSAT-Netz 1. Das VSAT-Netz 1 setzt sich aus einer Zentralstation (Hub) 2, mehreren VSAT-Stationen 3a, 3b, 4a, 4b und einem Satelliten 5 zusammen. Dabei können unterschiedliche voneinander unabhängige Untergruppen, dargestellt einmal durch die Stationen 3a und 4a und zum anderen durch die Stationen 3b und 4b über das gleiche Netz realisiert werden. Die Übertragungsparameter der Satellitenverbindungen werden in Abhängigkeit von den auf den einzelnen Verbindungsstrecken herrschenden Ausbreitungsbedingungen von der Hub 2 festgelegt. Die VSAT-Stationen 3a, 3b, 4a, 4b sind in der Lage, Signale der Hub-Station 2 auf einer vereinbarten Frequenz zu empfangen.

Die Zentralstation 2 kann aus einer oder mehreren Bodenstationen 6, 7 bestehen, die sich in einem Abstand von mindestens etwa 15 km voneinander befinden sollten (Diversity-Konfiguration). Jede Bodenstation umfaßt dabei eine Antenne und Übertragungseinrichtungen im Funkfrequenzbereich (HF, Hochfrequenz). Zwischen den Bodenstationen 6 und 7 und der zentralen Steuereinheit 8 besteht eine terrestrische Festverbin-

dung. Durch den räumlichen Abstand der parallel zueinander betriebenen Bodenstationen 6, 7 wird eine höhere Betriebssicherheit der VSAT-Netze 1 erzielt, da bei geräte- oder dämpfungsbedingtem Ausfall der Verbindung über eine der Bodenstationen 6 oder 7 der Netzbetrieb zumindest teilweise über die andere(n) Station(en) aufrechterhalten werden kann. Die Verfügbarkeitsanforderungen an jede einzelne Bodenstation 6, 7 sind dabei deutlich geringer als beim Betrieb der Hub 2 über eine einzelne Bodenstation: Es kann weitgehend auf die üblicherweise notwendige aufwendige Gerätetechnik verzichtet werden, die durch Verwendung von Höchstleistungsverstärkern, Bereithaltung von Ersatzteilen und die Notwendigkeit der Nachsteuerung der Antenne zur Kompensation der täglichen Satellitenbewegung gekennzeichnet ist. Aufgrund des "Diversity-Gewinnes" braucht keine große Dämpfungsreserve vorgehalten zu werden. Im Fall einer Diversity-Konfiguration fungiert jeweils die Bodenstationen (6, 7), deren Signale unter geringerer Dämpfung leiden, als "Master Hub".

Die stärker beeinträchtigte Reservestation kann unter den Einschränkungen einer langfristig geringeren Verfügbarkeit und einer kurzfristig reduzierten Übertragungskapazität zusätzlich genutzt werden. So wird bei Unterscheidung des Verkehrs in zeitkritischen Verkehr ZKV und zeitunkritischen Verkehr ZUV über die Reservestation lediglich zeitunkritischer Verkehr ZUV abgewickelt, während die Masterstation hauptsächlich zeitkritischen Verkehr ZKV überträgt.

Die Verkehrsbeziehungen innerhalb eines VSAT-Netzes 1, zwischen der Hub 2 und den VSAT-Stationen 3a und 4a, sind in Fig. 2 dargestellt. Von der Hub 2 ausgehende Signale werden als Outroute-Signal bezeichnet und umfassen Systeminformation 9 der Hub, Daten und audiovisuelle Information 10 vom Zentralrechner sowie von der Hub 2 weitergeleitete Informationen 11 der anderen VSAT-Stationen. Die Systeminformation enthält die spezifischen Übertragungsparameter wie Frequenz, Datenrate, Fehlerschutz- und Erkennungsverfahren und Blockgröße, die zum Aussenden von Nachrichten an andere Netzteilnehmer (Inroute-Signal) erforderlich sind. Das Inroute-Signal besteht aus Daten bzw. audiovisueller Information 12 an die Hub 2, Daten 13 an andere VSATs oder niederratiger Telefonie 14 direkt mit anderen VSATs. Letztgenannter Verkehr wird nach Anmeldung bei der Hub auf einem besonderen, von der angerufenen VSAT-Station empfangbaren, schmalbandigen Kanal unter Vermeidung des Doppelhops geführt.

Das hier vorgeschlagene VSAT-Systemkonzept umfaßt das Prinzip, daß unterschiedliche Benutzergruppen innerhalb eines VSAT-Netzes 1 über die gleiche Hubstation 2 kommunizieren. Die gemeinsame Hub 2 reduziert nicht nur Geräte- und Personalkosten für die einzelnen Systeme, es wird auch eine größere Verfügbarkeit der einzelnen Netze erreicht, als wenn die Verbindungsstrecken der jeweiligen Outroute-Signale räumlich entkoppelt wären. Dies ist in der Übertragungseigenschaft des Transponders begründet, der mit zunehmender Eingangsleistung stärker in den nichtlinearen Bereich der Sättigung gelangt (siehe Fig. 3). Dadurch werden die leistungsstarken (Outroute-) Signale gegenüber den leistungsschwächeren (Inroute-) Signalen begünstigt. Im Fall eines starken atmosphärischen Dämpfungsereignisses auf der Verbindungsstrecke zwischen einer Hub-Bodenstation 6, 7 und dem Satelliten 5 sind die entsprechenden Outroute-Signale geschwächt. Der Arbeitspunkt der Kennlinie des Transponders ver-

schiebt sich in den stärker linearen Bereich. Dadurch werden die in der Regel ungeschwächten, da räumlich entkoppelten, Inroute-Signale vom Satelliten mit höherer Leistung abgestrahlt als im Normalfall und die Störung durch die Dämpfung auf der Abwärtsstrecke zur Hub 2 wirkt sich weniger gravierend aus.

Die oben genannte Diversity-Konfiguration und das Konzept einer gemeinsamen Hub können wechselseitig zur Erhöhung der Verfügbarkeit der VSAT-Netze eingesetzt werden. Zur besseren Ausnutzung der verfügbaren Übertragungskapazität innerhalb der VSAT-Netze bzw. netzübergreifend dienen die im folgenden aufgeführten Maßnahmen:

- Unterscheidung des Verkehrs in zeitkritischen Verkehr ZKV und zeitunkritischen Verkehr ZUV
- Zuweisung sicherer Übertragungskanäle
- an die Dämpfungssituation angepaßte Gesamtnutzdatenrate
- adaptive Übertragungswiederholung.

Diese werden vorzugsweise zur Kompensation des Einflusses von Dämpfung auf der Verbindungsstrecke zwischen VSAT-Station und Satellit eingesetzt.

Die Methode der Zuweisung sicherer Übertragungskanäle beruht darauf, daß bei der Übertragung mehrerer Signale über den gleichen Transponder Kanäle unterschiedlicher Qualität bestehen. Qualitätseinbußen resultieren aus der Entstehung unerwünschter Störsignale (sogenannte Intermodulationsprodukte), die zu einer Verringerung des Signal-Rauschabstandes führen. Stärke und frequenzmäßige Lage der Intermodulationsprodukte bestimmen sich im wesentlichen aus den leistungsstarken Outroute-Signalen. Am stärksten gestört werden die schwächeren Inroute-Signale. Im Fall einer Transponderkonfiguration von beispielsweise jeweils 8 Outroute- und Inroute-Signalen entstehen insgesamt 1920 Intermodulationsprodukte 3. Ordnung, sowie weitere schwächere Produkte höherer Ordnung. In Fig. 4 ist die durch Intermodulation zu erwartende Begrenzung des Rauschabstandes für die Inroute-Kanäle 15 und die Outroute-Kanäle 16 dargestellt. In dieser Konfiguration kann zwischen den "sicheren" Kanälen mit etwa 17 dB Rauschabstand und den "unsicheren" Kanälen mit um mehr als 1 dB niedrigerem Rauschabstand unterschieden werden. Eine Nutzung der unsicheren Kanäle ist nur für VSAT-Stationen ohne Streckendämpfung vorgesehen. Im Dämpfungsfall wird einer VSAT-Station 3, 4 von der Hub 2 ein sicherer Kanal zugewiesen, wodurch die Verfügbarkeit dieser Verbindung gewahrt bleibt. Für den Fall, daß trotz Bedarf bei einer VSAT-Station kein sicherer Kanal mehr verfügbar ist, kann von dieser Station aus lediglich zeitunkritischer Verkehr ZUV übertragen werden.

Eine an die Dämpfungssituation angepaßte Gesamtnutzdatenrate nutzt die Tatsache aus, daß der von einer VSAT-Station 3, 4 ausgehende Verkehr in der Regel nicht homogen ist, wie in Fig. 5 skizziert. Der Verkehr setzt sich zusammen aus "Echtzeitdiensten" wie Sprach- und Bildübertragung 17 bzw. 18 (Audiovisuelles Signal, zum Beispiel Videokonferenz, Bildtelefonie) und Datenübertragungen 19, die mehr oder weniger große Verzögerungen zulassen (e-mail, file-transfer, Fax, remote login). Die zur korrekten Übertragung eines digitalen Signales benötigte Leistung steigt mit der Zahl der übertragenen Bits an. Im Fall einer Streckendämpfung ist eine zeitweise Reduzierung des Informationsdurchsatzes bei Wahrung der Übertragungsqualität möglich, da

Sprach- und Bildübertragung 17 bzw. 18 zwar generell eine relativ hohe Nutzbitrate belegen, aufgrund häufiger Sprechpausen und Bildsequenzen mit geringer Bewegung allerdings die aktuelle Bitrate stark variiert. Die gleichzeitig zu übertragenden Datenbits werden mit der audiovisuellen Information zu einem Bitstrom einer solchen Bitrate 20 zusammengefaßt, daß sich das Signal unter den herrschenden Ausbreitungsbedingungen 21 gerade mit der geforderten Qualität übertragen läßt. Dabei variiert der Datendurchsatz mit der jeweils zugelassenen Datenbitrate 19 und resultiert in einer entsprechend verlängerten Übertragungszeit.

An Sprach- und Bildübertragung einerseits bzw. Datenübertragung andererseits werden unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf die einzuhaltende Übertragungsqualität gestellt. Bei interaktiver audiovisueller Kommunikation ist ein möglichst geringer Zeitverzug wünschenswert, dafür sind im Betrieb aber größere Bitfehlerquoten noch tolerierbar (kurzzeitige Bildstörungen können in Kauf genommen werden, Verständigungsprobleme im Fernsprecheverkehr werden durch Nachfragen behoben). Dagegen erfordern Datendienste nahezu fehlerfreie Übertragungen, während leichte Zeitverzögerungen in der Regel keine Rolle spielen. Audiovisueller Verkehr wird daher mit üblichen Vorwärtsfehlerkorrekturmaßnahmen geschützt, während die Fehlerfreiheit der Datenübertragung bei dämpfungsbedingter Verbindungsstörung durch das Konzept einer adaptiven Übertragungswiederholung gesichert wird.

Das für Datenübertragung übliche ARQ-Verfahren (Automatic Repeat reQuest) hat den Vorteil, nur im tatsächlichen Fehlerfall zusätzliche Übertragungskapazität zu benötigen. Zur Fehlererkennung werden Daten in Blockstruktur zusammen mit redundanten Prüfbits (Parität) übertragen. Im Fall eines erkannten Fehlers wird eine Übertragungswiederholung (NAK, Not Acknowledged) angefordert, die gegebenenfalls mit zusätzlichen Fehlerschutzmaßnahmen versehen werden kann. In Abhängigkeit von der aktuellen Datenrate und der Übertragungsqualität kann eine solche Blocklänge und Fehlererkennungsmaßnahme gefunden werden, daß unter Wahrung der geforderten Restbitfehlerwahrscheinlichkeit ein größtmöglicher Datendurchsatz erzielt wird. Dieses Verfahren ist vorzugsweise auf Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen VSAT und Hub (inroute) bzw. zwischen Hub und einer einzelnen VSAT-Station anwendbar. Für Punkt-zu-Multipunktübertragungen werden mehrfach fehlerhaft empfangene Datenblöcke verschiedener Stationen zu einem einzigen "Korrekturblock" derart zusammengefaßt, daß sich jede Station aus dem Inhalt einer Anzahl bereits korrekt empfangener Datenblöcke und diesem Korrekturblock die angeforderte Information erschließen kann. Dieses Prinzip wird in Fig. 6 veranschaulicht.

Die Datenübertragung zwischen zwei VSAT-Stationen erfolgt über den Umweg über die Hub (Doppelhop). Dadurch besteht die Möglichkeit, die Information am Ort der Hub zu demodulieren und nur korrekte Blöcke weiterzusenden, fehlerhafte dagegen sofort zurückzumelden. So wird eine Verkürzung der Zeitverzögerung sowie die Entkopplung der beiden Übertragungsstrecken und damit eine bessere Datenqualität und effektivere Kapazitätsausnutzung erreicht. Im Fall eines Starkdämpfungsereignisses auf der Übertragungsstrecke zwischen Hub 2 und empfangender VSAT-Station 3, 4 kann die Zwischenspeicherung am Ort der Hub und Weitersendung zu einem späteren günstigeren Zeitpunkt zu einer weiteren Entlastung der Übertragungs-

kapazität führen. Da Starkdämpfungsereignisse auf Satellitenstrecken in der Regel nur von kurzer Dauer sind, wird die zusätzliche Zeitverzögerung gegenüber dem erzielten Effektivitätszuwachs vernachlässigbar sein.

Das beschriebene Verfahren und die Anordnung beziehen sich auf VSAT-Systeme, die Sprach- Bild- und Datenkommunikation zwischen vermaschten Netzen aus mindestens einer Zentralstation oder Hub 2 und deutlich mehr abgesetzten VSAT-Stationen 3, 4 über Satelliten 5 durchführen. Die Hub 2 sendet ihre Information an die VSAT-Stationen 3, 4 und empfängt auf anderen Frequenzen die von den VSAT-Stationen 3, 4 gesendeten Nachrichten. Sendefrequenzen und zulässige Gesamtdatenraten werden von der Hub 2 in Abhängigkeit von den auf den einzelnen Satellitenstrecken herrschenden Ausbreitungsbedingungen festgelegt. Die Ausbreitungsbedingungen werden von der Hub 2 durch Empfang des selbst ausgesendeten Signales sowie den von den VSAT-Stationen empfangenen Signalpegel im Vergleich mit den von den VSAT-Stationen übermittelten Signalpegelwerten bestimmt und an die VSAT-Stationen verteilt.

Die VSAT-Stationen senden auf der von der Hubstation 2 bestimmten Sendefrequenz mit den übermittelten Sendeparametern wie Gesamtdatenrate, Blocklänge und Fehlerschutzverfahren. Diese Parameter werden entweder aus einer Tabelle ausgelesen oder in einem auf die Randbedingungen der speziellen Netzkonfiguration (regenklimate Verhältnisse, zulässiges Ausmaß von Verbindungsausfällen oder gegenüber Bestwert reduzierter Kapazitätsausnutzung) abgestimmten dynamischen Verfahren bestimmt. Als Beispiel für ein mögliches entsprechendes Steuerungsprogramm, das auf dem Stationsrechner 8 der Hubstation 2 implementiert würde, ist das zugehörige Flußdiagramm in Fig. 7 gezeigt.

Die Hubstation 2 leitet den Datenverkehr zwischen VSAT-Stationen nach Prüfung auf korrekten Empfang weiter. Die Hubstation 2 teilt den Wunsch nach Telefonieverkehr einer anrufenden VSAT-Station der angerufenen mit und stellt bei Zustandekommen der Verbindung die entsprechenden schmalbandigen Satellitenkanäle zur Verfügung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur verbesserten digitalen Funkkommunikation in einem satellitengestützten VSAT-Netz aus mehreren VSAT-Teilnehmerstationen mit mindestens einer Zentralstation zur Sprach-, Bild- und Datenkommunikation, wobei einzelne Teilnehmer bzw. Benutzergruppen Telekommunikationsdienste in Anspruch nehmen können, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilnehmerverkehr in einen zeitkritischen Verkehr (ZKV) und einen zeitunkritischen Verkehr (ZUV) klassifiziert wird und daß die Übertragungsparameter der Satellitenverbindungen in Abhängigkeit von den auf den einzelnen Verbindungsstrecken herrschenden Ausbreitungsbedingungen von der Zentralstation bzw. Hub (2) festgelegt werden.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalverkehr jeweils über eine Boden- bzw. Diversity-Station (6, 7) der Hub (2) geleitet wird, die die geringste Beeinträchtigung durch Ausbreitungseffekte und/oder Ausfälle von Systemkomponenten erfährt.
3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentralstation oder

Hub (2) einzelnen Teilnehmern auf Anforderung eine sichere Frequenz zuweist, bei der eine höhere Übertragungsqualität aufgrund geringerer Intermodulationsstörungen erreichte wird.

4. Verfahren nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuweisung einer sicheren Frequenz auf Anforderung einzelner Teilnehmer von Seiten der Bodenstation bzw. Hub (2) auf einen schmalbandigen Übertragungskanal erfolgt, über den Telefonverkehr direkt zwischen zwei Teilnehmern unter Vermeidung eines Doppelhops erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bzw. 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zeitkritische Verkehr (ZKV) eine bestimmte Übertragungsqualität, wie zum Beispiel eine Bitfehlerrate (BER) in p Prozent der Zeit einhält und bei zum Beispiel Unterschreiten der Bitfehlerrate (BER) zusätzlich zum zeitkritischen Verkehr (ZKV) auch zeitunkritischer Verkehr (ZUV) übertragen wird.

6. Verfahren nach Patentanspruch 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß auch über die andere nicht aktive Boden- bzw. Diversity-Station sowohl zeitkritischer Verkehr (ZKV) als auch zeitunkritischer Verkehr (ZUV) übertragen wird, und

daß bei Erreichen oder Überschreiten einer bestimmten Bitfehlerrate (BER) zusätzliche Maßnahmen, wie zum Beispiel Fade Counter Measures (FCM) eingesetzt werden, um den zeitkritischen Verkehr (ZKV) bei gegebenenfalls abnehmender Qualität, wie zum Beispiel reduzierter Datennutzrate, in mehr als p Prozent der Zeit aufrecht zu erhalten.

7. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für Punkt-zu-Multipunktübertragungen mehrere fehlerhaft empfangene Datenblöcke verschiedener VSAT-Stationen (3, 4) zu einem einzigen Korrekturblock zusammengefaßt werden und daß jede VSAT-Station (3, 4) aus dem Inhalt einer Anzahl bereits korrekt empfangener Datenblöcke und diesem Korrekturblock die angeforderte Information findet.

8. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

daß die Datenübertragung zwischen zwei VSAT-Stationen (3, 4) über die Zentralstation oder Hub (2) erfolgt,

daß die Information am Ort der Hub (2) demoduliert wird und nur korrekte Blöcke weitergesendet werden, während fehlerhafte Blöcke sofort zurückgemeldet werden, wobei beim Vorliegen eines Starkdämpfungsereignisses auf der Übertragungsstrecke zwischen der Zentralstation oder Hub (2) und der empfangenden VSAT-Station (3, 4) die Zwischenspeicherung am Ort der Zentralstation oder Hub (2) erfolgt und die Weitersendung zu einem späteren, günstigeren Zeitpunkt.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Sendefrequenzen und zulässige Gesamtdatenraten von der Zentralstation oder Hub (2) in Abhängigkeit von den auf den einzelnen Satellitenstrecken herrschenden Ausbreitungsbedingungen festgelegt werden, daß die Ausbreitungsbedingungen von der Zentralstation oder Hub (2) durch Empfang eines selbstausgesendeten Signals sowie den von den VSAT-Stationen (3, 4) empfangenen Signalpegel im Vergleich mit den von den VSAT-Stationen (3, 4)

übermittelten Signalpegelwerten bestimmt und an die VSAT-Stationen (3, 4) verteilt werden.

10. Anordnung zur verbesserten digitalen Funkkommunikation in einem satellitengestützten VSAT-Netz, dadurch gekennzeichnet, 5
daß das VSAT-Netz (1) aus mindestens einer Zentralstation oder Hub (2), mehreren VSAT-Stationen (3a, 3b, 4a, 4b) und einem Satelliten (5) besteht, und

daß die Zentralstation oder Hub (2) aus mehreren 10
Bodenstationen (6, 7) besteht, die deutlich voneinander abgesetzt angeordnet sind und jeweils eine Antenne und Übertragungseinrichtungen im Funkfrequenzbereich aufweisen und daß zwischen den Bodenstationen (6, 7) und der zentralen Steuereinheit bzw. dem Hubstationsrechner (8) eine terrestrische Festverbindung besteht. 15

11. Anordnung nach Patentanspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die von einer Zentralstation bzw. Hub (2) ausgehenden Signale Systeminformationen (9) der Hub (2), Daten und audiovisuelle Informationen (10) vom Zentralrechner (8) der Hub (2) und weitergeleitete Informationen (11) der anderen VSAT-Stationen (3, 4) enthalten und daß die Systeminformation die spezifischen Übertragungsparameter wie Frequenz, Datenrate, Fehlerschutz- und Erkennungsverfahren und Blockgröße, die zum Aussenden von Nachrichten an andere Netzteilnehmer erforderlich sind, enthält und daß die eingehenden Signale Daten bzw. audiovisuelle Information (12) an die Hub (2), Informationen (13) an andere VSAT-Stationen (3, 4) oder Telefonie (14) direkt zwischen VSAT-Stationen (3, 4) enthalten. 20 25 30

12. Anordnung nach einem der Patentansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendeparameter in einer Tabelle eines Speichers abgespeichert sind oder ihre Bestimmung mit Hilfe eines abgestimmten dynamischen Verfahrens erfolgt, das die Randbedingungen der speziellen Netzkonfiguration mittels eines Steuerprogramms berücksichtigt, das auf dem Stationsrechner (8) der Hub (2) implementiert ist. 35 40

13. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusammen mit dem Verfahren nach den Patentansprüchen 1 bis 9 ein System zur verbesserten digitalen Funkkommunikation in einem satellitengestützten VSAT-Netz (1) bildet. 45

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen 50

55

60

65

- Leerseite -

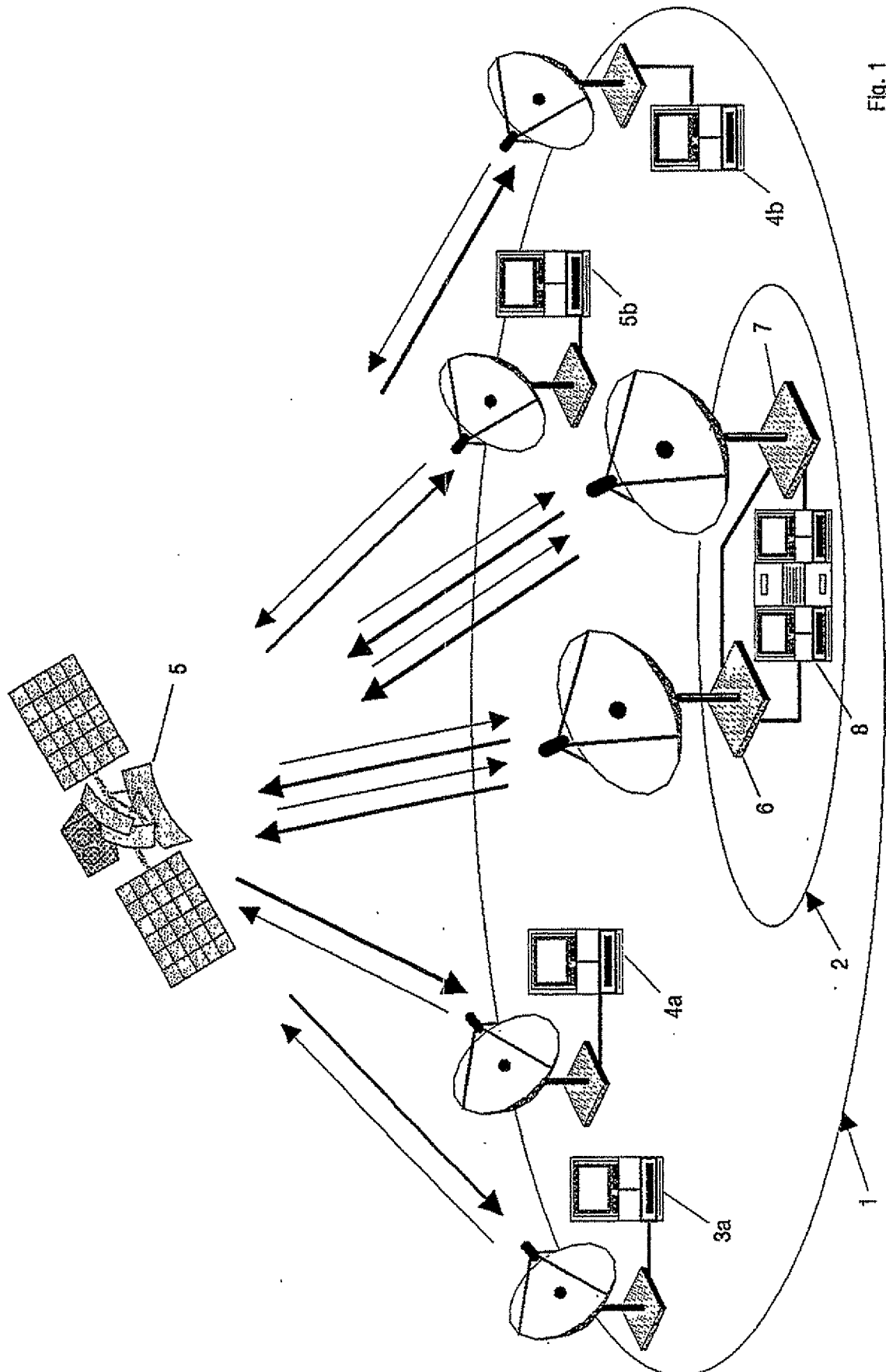


Fig. 1

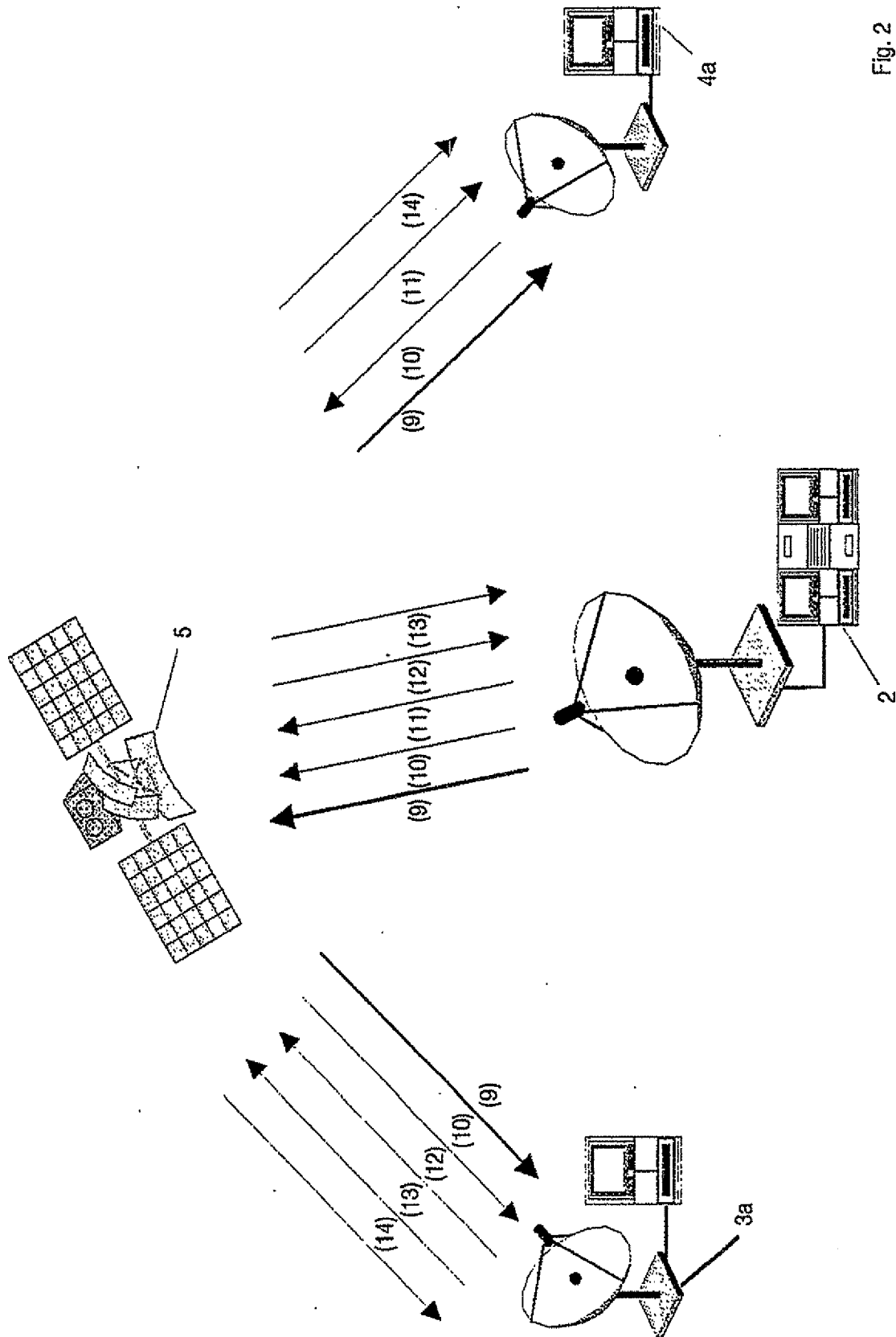


Fig. 2

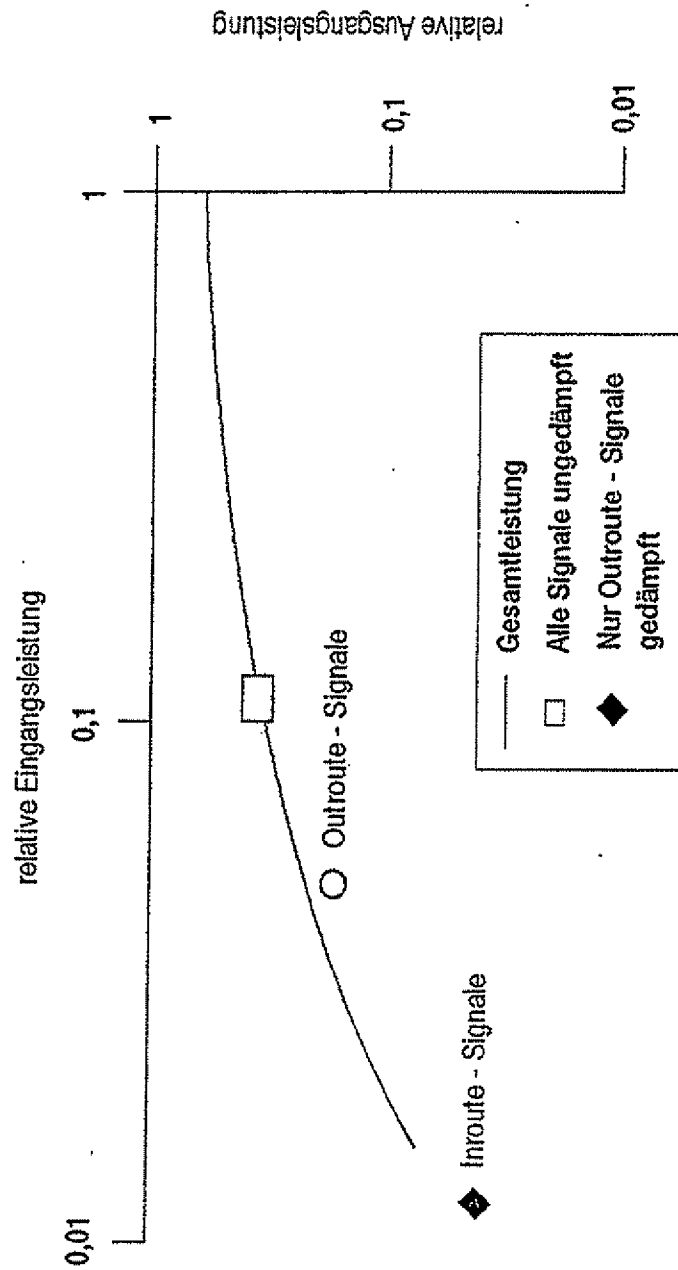


Fig. 3

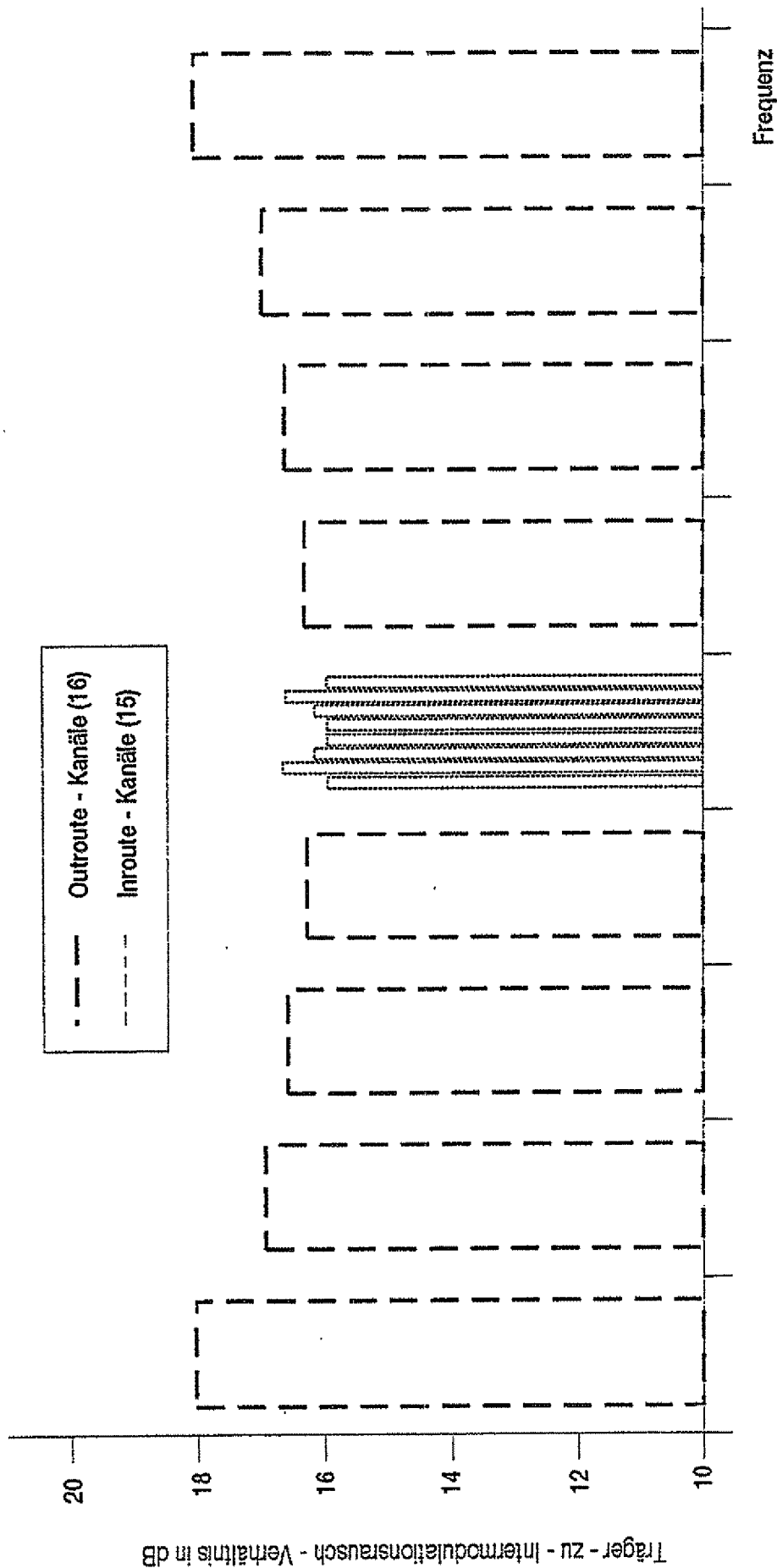


Fig. 4

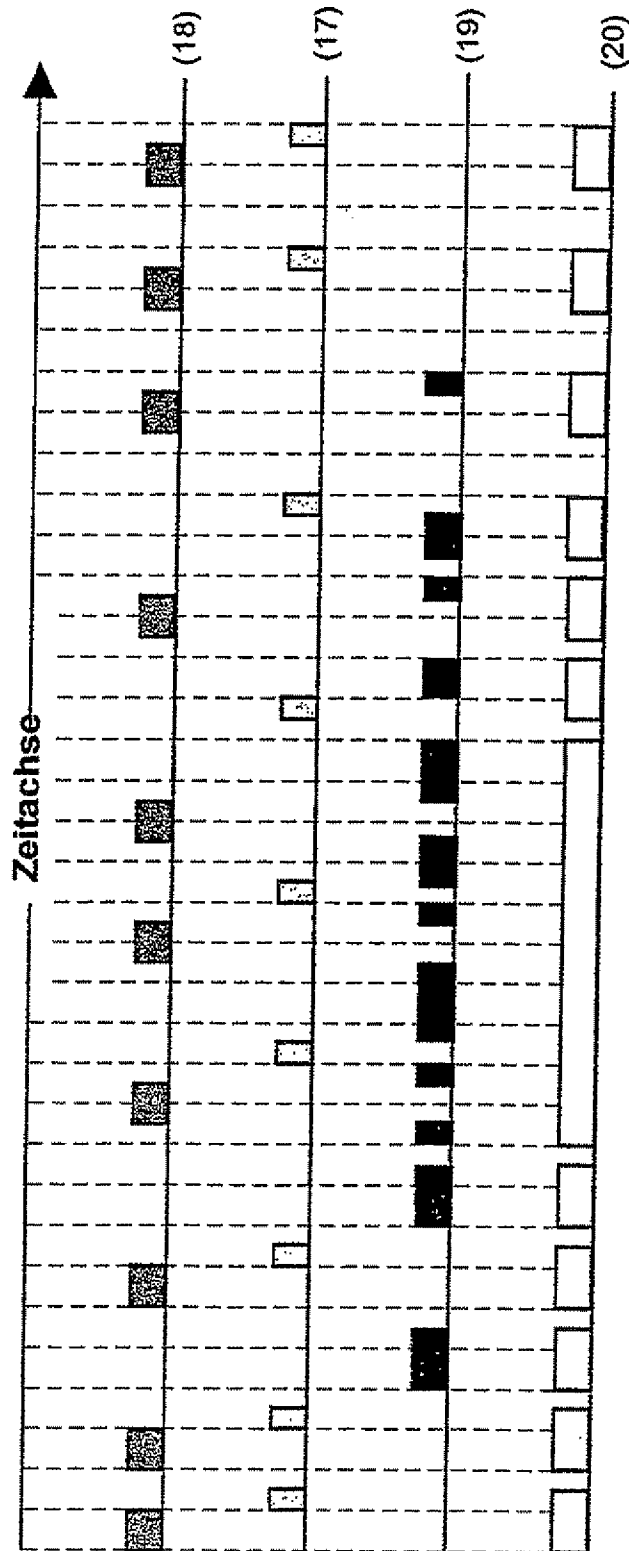
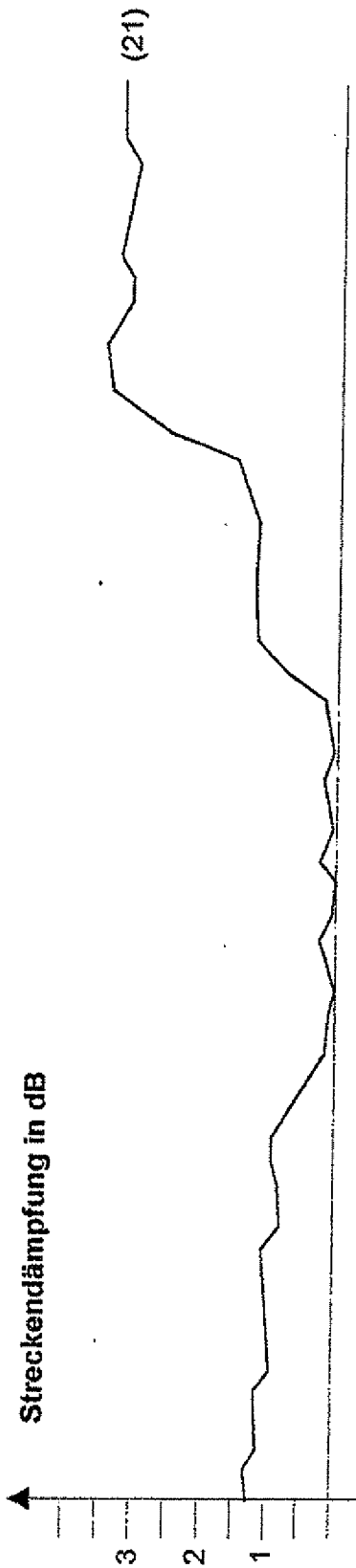
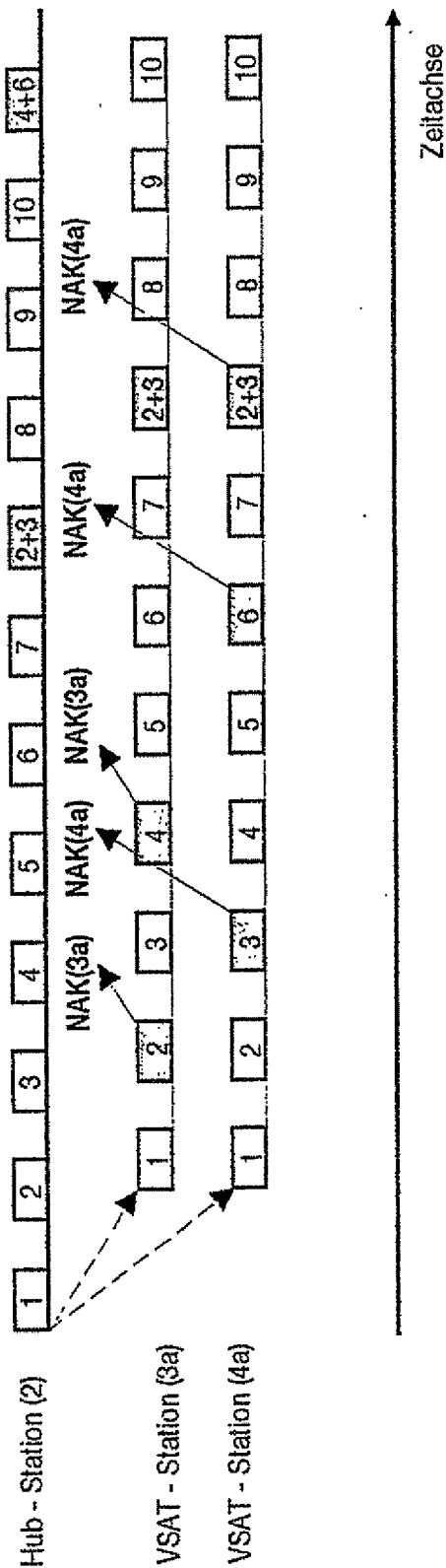


Fig. 5



- Fehlerfrei empfangener Block m
- Fehlerhaft empfangener Block k
- Fehlerfrei empfangener Korrekturblock für von verschiedenen Stationen fehlerhaft empfangene Blöcke k und m
- Fehlerhaft empfangener Korrekturblock k + m
- NAK(3a) Fehlermeldung der VSAT - Station (3a)
- NAK(4a) Fehlermeldung der VSAT - Station (4a)

Fig. 6

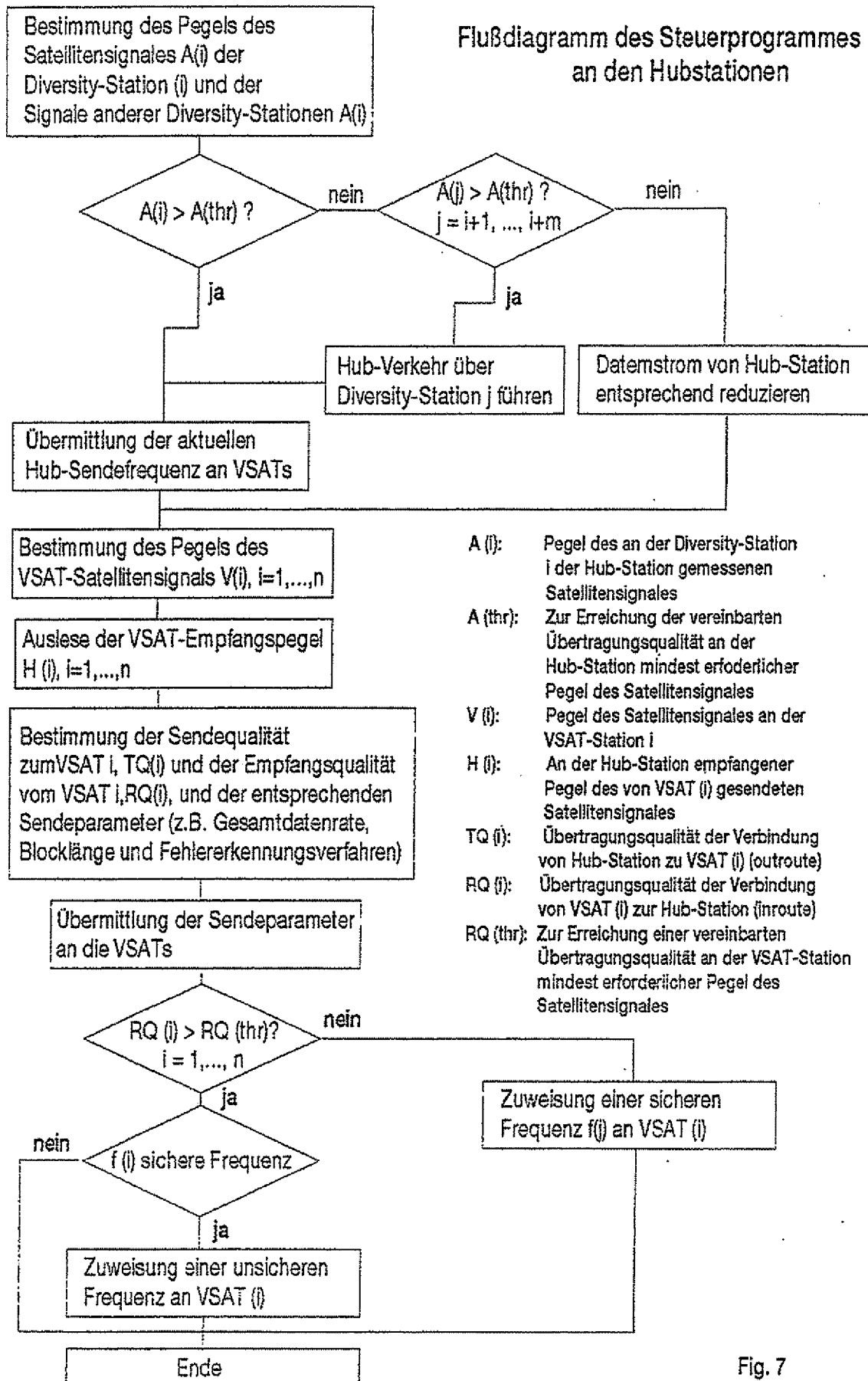










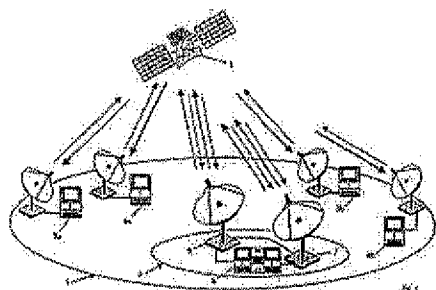


Fig. 7

VSAT system with improved time-critical and non-time- critical data transmission**Patent number:** DE19609235 (A1)**Publication date:** 1997-09-18**Inventor(s):** DINTELMANN FRIEDRICH DR [DE]; ORTGIES GERD DR [DE]; RUECKER FRIEDRICH [DE]; HUGO DIRK VON DR [DE]**Applicant(s):** DEUTSCHE TELEKOM AG [DE]**Classification:****- international:** H04B1/74; H04B7/06; H04B7/185; H04B7/204; H04B7/26; H04Q7/38; H04B1/74; H04B7/04; H04B7/185; H04B7/204; H04B7/26; H04Q7/38; (IPC1-7): H04Q7/38; H04B7/15; H04B7/26; H04L12/403**- european:** H04B7/185S8**Application number:** DE19961009235 19960309**Priority number(s):** DE19961009235 19960309**Also published as:** GB2310976 (A) US6256496 (B1) JP9247761 (A) FR2747531 (A1) CN1167375 (A)

more >>

Cited documents: DE3210298 (C2) US5128942 (A) US4941199 (A) EP0411538 (A2) JP6053878 (A)Abstract not available for **DE 19609235 (A1)**Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide